

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Котова Лариса Анатольевна
 Должность: Директор филиала
 Дата подписания: 21.08.2025 14:49:33
 Уникальный программный ключ:
 10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
 Новотроицкий филиал**

Рабочая программа дисциплины (модуля) **Массообменные процессы химической технологии**

Закреплена за подразделением Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация **Бакалавр**
 Форма обучения **заочная**
 Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	180	Формы контроля на курсах: экзамен 3 курсовая работа 3
в том числе:		
аудиторные занятия	18	
самостоятельная работа	153	
часов на контроль	9	

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
	уп	рп		
Вид занятий				
Лекции	10	10	10	10
Практические	8	8	8	8
В том числе инт.	4	4	4	4
Итого ауд.	18	18	18	18
Контактная работа	18	18	18	18
Сам. работа	153	153	153	153
В том числе сам. работа в рамках ФОС		10		
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.х.н., Доцент, Алексеев Д.И.

Рабочая программа

Массообменные процессы химической технологии

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

18.03.01 Химическая технология, 18.03.01_22_ХимТехнология_ПрПЭиУМ_заоч.plx Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСИС" в составе соответствующей ОПОП ВО 30.11.2021, протокол № 35

Утверждена в составе ОПОП ВО:

18.03.01 Химическая технология, Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСИС" 30.11.2021, протокол № 35

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)

Протокол от 12.03.2025 г., №3

Руководитель подразделения к.п.н., доцент Швалева А.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Систематизация знаний по основам технологических процессов химических производств, выработка умения и навыков расчёта массообменных аппаратов, развитие у студентов способности к самостоятельному поиску, анализу и усвоению знаний о химико-технологических процессах.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Информатика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Обогащение полезных ископаемых	
2.2.2	Курсовая научно-исследовательская работа	
2.2.3	Моделирование химико-технологических процессов	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.5	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Решение прикладных задач с использованием MATLAB	
2.2.7	Системы управления химико-технологическими процессами	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ в области химического производства, опираясь на последние достижения науки и цифровую трансформацию производства	
Знать:	
ПК-2-31 Основные критерии теории подобия	
ПК-3: Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать системы автоматизированного управления производственным процессом	
Знать:	
ПК-3-31 Основные понятия массообменных процессов	
ПК-2: Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ в области химического производства, опираясь на последние достижения науки и цифровую трансформацию производства	
Уметь:	
ПК-2-У1 Рассчитывать процессы массопереноса	
ПК-3: Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать системы автоматизированного управления производственным процессом	
Уметь:	
ПК-3-У1 Определять параметры ректификации бинарной смеси	
ПК-2: Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ в области химического производства, опираясь на последние достижения науки и цифровую трансформацию производства	
Владеть:	
ПК-2-В1 Методами расчета на основе критериальных уравнений	
ПК-3: Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать системы автоматизированного управления производственным процессом	
Владеть:	
ПК-3-В1 Основными методами расчета массообменных процессов	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
-------------	---	----------------	-------	------------------------------------	--------------------------	------------	----	--------------------

	Раздел 1. Расчёт ректификации бинарных смесей							
1.1	Расчёт ректификации бинарных смесей /Лек/	3	2	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1	Л1.4 Л1.5Л2.2Л3. 2 Э1 Э2 Э3			
1.2	Расчёт ректификации бинарных смесей /Пр/	3	2	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1	Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3			
1.3	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе: Расчёт кинетической кривой и определение действительного числа тарелок /Ср/	3	10	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1	Л1.4Л2.2Л3. 2 Э1 Э2 Э3			
1.4	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе: Расчёт гидравлического сопротивления колонны /Ср/	3	20	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1	Л1.4Л3.2 Э1 Э2 Э3			
1.5	Экзамен /Экзамен/	3	9	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1			КМ1	
	Раздел 2. Расчёт процессов абсорбции газов в жидкостях							
2.1	Расчёт процессов абсорбции газов в жидкостях /Лек/	3	4	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1	Л1.3 Л1.5Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3			
2.2	Расчёт процессов абсорбции газов в жидкостях /Пр/	3	4	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.3Л3. 1 Э1 Э2 Э3			
2.3	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе: Расчёт минимального флегмового числа /Ср/	3	6	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1	Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			
2.4	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе: Расчёт диаметра колонны /Ср/	3	10	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1	Л1.3Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3			
2.5	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе: Расчёт кинетики процесса массобмена и определение числа единиц переноса /Ср/	3	25	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1	Л1.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			
2.6	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе: Конструкция колонных аппаратов Конструкция экстракторов Схемы абсорбционных установок Схемы установок по перегонке и ректификации /Ср/	3	25	ПК-3-31 ПК-3- У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1	Л1.3Л2.4 Э1 Э2 Э3			

	Раздел 3. Экстракция в системах жидкость-жидкость. Экстракторы. Сушка, основные положения теории тепловой сушки							
3.1	Сушка, основные положения теории тепловой сушки /Пр/	3	2	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.2 Э1 Э2 Э3			
3.2	Экстракция в системах жидкость-жидкость. Экстракторы. Сушка, основные положения теории тепловой сушки. Мембранные процессы в химической технологии /Лек/	3	2	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4 Л1.5Л2.2 Э1 Э2 Э3			
3.3	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе: Экстракция в системах жидкость - жидкость. Экстракторы. Мембранные процессы в химической технологии /Ср/	3	10	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
3.4	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе: Сушка, основные положения теории тепловой сушки /Ср/	3	17	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 4. Сушка твердых материалов							
4.1	Теория сушки твердых материалов /Лек/	3	2	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.5Л2.1 Э1 Э2 Э3			
4.2	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе: Расчет процесса сушки воздухом с рециркуляцией и без рециркуляции сушильного агента /Ср/	3	20	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 5. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам							
5.1	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/	3	10					
5.2	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/	3	0					

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Экзамен	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Вопросы к экзамену по дисциплине «Массообменные процессы химической технологии» 1. Основные понятия и определения массообменных процессов; 2. Классификация массообменных процессов; 3. Фазовые равновесия; 4. Фазовые переходы; 5. Равновесие жидкость-пар для бинарной смеси. Диаграмма фазового равновесия. 6. Равновесие жидкость-пар для тройной смеси. Диаграмма фазового равновесия. 7. Фазовые равновесия газ-твердое тело, жидкость-твердое тело; 8. Движущая сила массообмена; 9. Законы молекулярной диффузии; 10. Законы конвективной диффузии; 11. Модели массопереноса; 12. Законы массопереноса при участии твердого тела; 13. Основное уравнение массопередачи; 14. Дифференциальное уравнение массопереноса; 15. Подobie в массообменных процессах; 16. Получение критериев подобия преобразованием дифференциальных уравнений; 17. Основные понятия и определения процесса абсорбции и адсорбции; 18. Равновесия в процессах абсорбции и адсорбции; 19. Кинетика в процессах абсорбции и адсорбции; 20. Материальный и тепловой баланс в процессах абсорбции и адсорбции; 21. Абсорбция и адсорбция в многокомпонентных смесях; 22. Закономерности десорбции; 23. Особенности ионного обмена; 24. Регенерация адсорбентов и ионитов; 25. Основные понятия и определения процессов перегонки и ректификации; 26. Равновесия в системе «жидкость-пар»; 27. Материальный и тепловой баланс в процессах перегонки и ректификации; 28. Молекулярная дистилляция; 29. Основные определения и понятия процесса жидкостной экстракции; 30. Равновесие в системе «жидкость-жидкость»; 31. Материальный и тепловой баланс жидкостной экстракции; 32. Кинетика жидкостной экстракции; 33. Основные схемы экстракции; 34. Экстрагирование двумя растворителями; 35. Регенерация экстрагентов; 36. Основные закономерности процесса растворения; 37. Основные закономерности процесса кристаллизации; 38. Основные закономерности процесса экстракции (выщелачивания); 39. Основные понятия и определения процесса сушки; 40. Физическая сущность процесса сушки; 41. Кинетика сушки; 42. Материальный и тепловой баланс процесса сушки; 43. Основные понятия и определения мембранных процессов; 44. Классификация мембранных процессов; 45. Регенерация мембран.
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Курсовой проект	ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Расчет ректификации бинарной смеси и проектирование ректификационной колонны для разделения бинарной смеси заданного состава
----	-----------------	---------------------------------	--

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

Ниже представлен образец билета для экзамена, проводимого в устной форме.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

«МИСиС»

НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра математики и естествознания

БИЛЕТ К ЭКЗАМЕНУ № 0

Дисциплина: «Массообменные процессы химической технологии»

Направление: 18.03.01 «Химическая технология»

Форма обучения: очная

1) Насадочные абсорберы. Принцип действия, типы, направления применения.

2) Тепловой баланс аппарата на примере абсорбера.

3) Расчёт гидравлического сопротивления колонны

Составил: к.т.н., доцент кафедры МиЕ

Д.И. Алексеев

Зав. кафедрой МиЕ

А.В. Швалёва

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень освоения компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень освоения компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень освоения компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
ЛП.1	Логинов В.С., Крайнов А.В., Юхнов В.Е., Феоктистов Д.В.	Примеры и задачи по тепломассообмену. : Учебное пособие.		СПб ЛАНЬ, 2011,
ЛП.2	Фролов В.Ф., Флисюк О.М.	Массообменные процессы химической технологии: Учебное пособие.		СПб ХИМИЗДАТ, 2011,
ЛП.3	В.Ф. Фролов	Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии		СПб : Химиздат, 2008, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270290
ЛП.4	Романков, В.Ф. Фролов, О.М. Флисюк.	Массообменные процессы химической технологии : учебное пособие		СПб : Химиздат, 2011, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=99360

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.5	А.И. Разинов, П.П. Суханов	Процессы массопереноса с участием твердой фазы=Mass transfer processes with a solid phase participation : учебное пособие		Казань : КНИТУ, 2012, URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259392 (18.11.2015).

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	Под ред. Леонтьевой А.И.	Теория тепломассообмена: Учебник для вузов.		М. изд. МГТУ им. Баумана, 1997,
Л2.2	Телегин А.С. и др	Тепломассоперенос: Учебник для вузов./		М. Металлургия, , 1995,
Л2.3	Вейнский В.В., Горохов А.В.	Изучение процесса перегонки с водяным паром: Методические указания к лабораторной работе		Издательский центр ФГБОУ ВПО "МГТУ", 2012,
Л2.4	Вейнский В.В., Горохов А.В.	Определение числа единиц переноса в процессе ректификации бинарной смеси: Методические указания к лабораторной работе		Издательский центр ФГБОУ ВПО "МГТУ", 2012,

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1	Вейский В.В., Горохов В.В., Волощук Т.Г.	Определение коэффициента распределения при экстракции в жидкостях: Методические указания к лабораторной работе		Издательский центр ГОУ ВПО "МГТУ", 2010,
Л3.2	Вейнский В.В., Горохов А.В.	Кинетика процесса сушки твердых материалов : Методические указания к лабораторной работе		Издательский центр ФГБОУ ВПО "МГТУ", 2012,

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Российская научная электронная библиотека	www.elibrary.ru
Э2	КиберЛенинка	www.cyberleninka.ru
Э3	НФ НИТУ "МИСиС"	www.nf.misis.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL AcademicEdition;
П.2	Microsoft Teams
П.3	Zoom

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	- Официальный сайт Новотроицкого филиала НИТУ "МИСиС" http://nf.misis.ru/
И.2	- Электронная библиотека НИТУ "МИСиС" http://elibrary.misis.ru
И.3	- Университетская библиотека онлайн http://biblioclub.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
113	Учебная лаборатория (компьютерный класс)	Комплект учебной мебели на 12 мест для обучающихся, 12 стационарных компьютеров для студентов, 1 стационарный компьютер для преподавателя (у всех выход в интернет), проектор, экран настенный, коммутатор, доска аудиторная меловая, веб камера Logitech, доступ к ЭИОС Университета МИСИС через личный кабинет на платформе LMS Canvas и Moodle, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.

134	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 40 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран на штативе, доска аудиторная меловая, веб камера Logitech, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
-----	--	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы, включая темы самостоятельного изучения, ориентируясь на список контрольных вопросов по соответствующим темам.

При самостоятельном изучении материала рекомендуется заносить в тетрадь основные понятия, термины, формулировки законов, формулы и уравнения, выводы по изучаемой теме. Изучение любого вопроса необходимо проводить на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений. Это способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

В случае затруднения при изучении дисциплины следует обращаться за консультацией к преподавателю. Все лекционные материалы, а также практические задания приведены в электронном ресурсе.